

DIN EN 16729-3

ICS 93.100

Einsprüche bis 2017-04-10

Entwurf

**Bahnanwendungen –
 Infrastruktur –
 Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis –
 Teil 3: Anforderungen zur Identifizierung von inneren Fehlern und
 Schienenoberflächenfehlern;
 Deutsche und Englische Fassung prEN 16729-3:2017**

Railway applications –
 Infrastructure –
 Non-destructive testing on rails in track –
 Part 3: Requirements for identifying internal and surface rail defects;
 German and English version prEN 16729-3:2017

Application ferroviaires –
 Infrastructure –
 Contrôle non destructif sur des rails en voie –
 Partie 3: Critères pour l'identification des défauts internes et des défauts de surfaces des rails;
 Version allemande et anglaise prEN 16729-3:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-02-10 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
 Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
 besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
 Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
 sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fsf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im
 Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-
 Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF), Panoramaweg 1,
 34131 Kassel.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
 Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 76 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)
 DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16729-3:2017) wurde unter der Federführung der WG 50 „Inspizieren und Behandeln von Schienen“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) des SC 1 „Infrastruktur“ (Sekretariat: IPQ, Portugal) innerhalb des Technischen Komitees CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Unterausschuss NA 087-00-01-12 UA „Inspizieren und Behandeln von Schienen“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer englischen Referenzfassung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 16729-3 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Bahnanwendungen — Infrastruktur - Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis — Teil 3: Anforderungen zur Identifizierung von inneren Fehlern und Schienenoberflächenfehlern

Application ferroviaires — Infrastructure - Contrôle non destructive sur des rails en voie — Partie 3 : Critères pour l'identification des défauts internes et des défauts de surfaces des rails

Railway applications — Infrastructure - Non-destructive testing on rails in track — Part 3: Requirements for identifying internal and surface rail defects

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 ZfP-Verfahren zur Ermittlung innerer Fehler und Schienenoberflächenfehler	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Konventionen	9
5.3 Sichtprüfung – VT	9
5.3.1 Beschreibung	9
5.3.2 Prüfbereich	10
5.3.3 Beispielanwendungen	10
5.4 Automatische Sichtprüfung – AVT	10
5.4.1 Beschreibung	10
5.4.2 Prüfbereich	11
5.4.3 Beispielanwendungen	11
5.5 Ultraschallprüfung – UT	12
5.5.1 Beschreibung	12
5.5.2 Prüfbereich	12
5.5.3 Beispielanwendungen	13
5.6 Wirbelstromprüfung – ET	13
5.6.1 Beschreibung	13
5.6.2 Prüfbereich	14
5.6.3 Beispielanwendungen	14
5.6.4 Prüfsysteme	14
5.7 Magnetpulverprüfung – MT	15
5.7.1 Beschreibung	15
5.7.2 Prüfbereich	15
5.8 Eindringprüfung – PT	15
5.8.1 Beschreibung	15
5.8.2 Prüfbereich	15
5.8.3 Beispielanwendungen	15
5.9 Prüfung mit geführten Wellen – GWT (engl. Guided Wave Testing)	16
5.9.1 Beschreibung	16
5.9.2 Prüfbereich	16
5.9.3 Beispielanwendungen	17
6 Erkennung von inneren Fehlern und Schienenoberflächenfehlern mithilfe der ZfP	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Squat	22
6.3 Fortschreitende Querrisse	24
6.4 Horizontale Risse	26
6.5 Vertikaler Längsriss (im Schienenkopf)	28
6.6 Schienenkopf-Oberflächenfehler	30
6.7 Head Check an der Fahrkante	32

6.8	Korrosion.....	34
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.....		36
Literaturhinweise.....		37

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16729-3:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 2008/57/EG siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Diese Europäische Normenreihe EN 16729 „Bahnanwendungen — Infrastruktur — Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis“ besteht aus:

- Teil 1: Anforderungen an Ultraschallprüfungen und Bewertungsgrundlagen;
- Teil 2: Wirbelstromprüfung an Schienen im Gleis (in Planung);
- Teil 3: Anforderungen zur Identifizierung von inneren Fehlern und Schienenoberflächenfehlern;
- Teil 4: Qualifizierung von Personal für die zerstörungsfreie Prüfung an Schienen (in Planung).

Einleitung

Diese Norm stellt den aktuellen Stand bei der Ermittlung von inneren Fehlern und Schienenoberflächenfehlern an Schienen im Gleis dar, wie er von europäischen Eisenbahngesellschaften angewendet wird.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil dieser Europäischen Norm legt die zerstörungsfreien Prüfverfahren zur Feststellung innerer Fehler und Schienenoberflächenfehler sowie die Eignung des jeweiligen Verfahrens für die Erkennung und Bewertung typischer Schienenfehler an Schienen im Gleis fest.

Dieser Teil dieser Europäischen Norm führt keine Bewertungskriterien für Schienenfehler oder die daraus abzuleitenden Maßnahmen an.

Dieser Teil dieser Europäischen Norm gilt nur für Schienenprofile, die den Anforderungen von EN 13674-1 entsprechen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 16729-1:2016, *Bahnanwendungen — Infrastruktur — Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis — Teil 1: Anforderungen an Ultraschallprüfungen und Bewertungsgrundlagen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

beschädigte Schiene

Schiene ohne Risse oder Brüche, aber mit anderen Fehlern

3.2

Rissbereich

Abschnitt der Schiene mit einer lokalen Materialschädigung

3.3

gebrochene Schiene

Schiene, die in zwei oder mehr Teile zerfallen ist

oder;

Schiene, aus der sich ein Stück Metall vom Schienenkopf gelöst und einen Materialausbruch mit einer Länge von mehr als 50 mm und einer Tiefe von mehr als 10 mm hinterlassen hat, wodurch sich eine Schienenfahrfläche mit einer Breite von weniger als 30 mm ergibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1 und Bild 2 für den ersten Teil der Definition, und Bild 3 für den zweiten Teil der Definition.

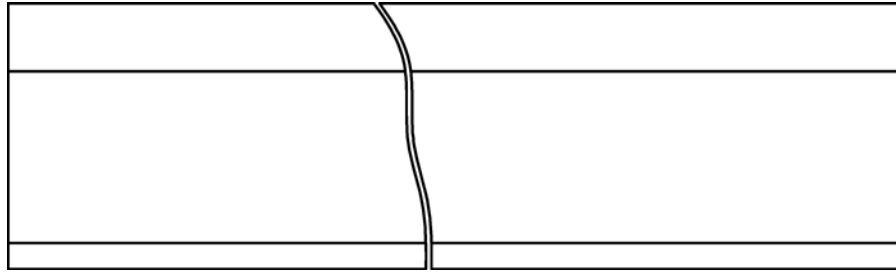
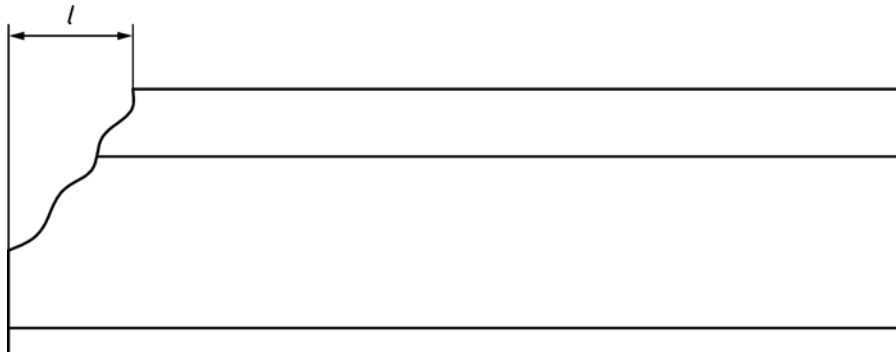


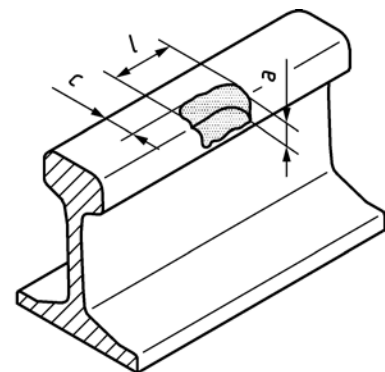
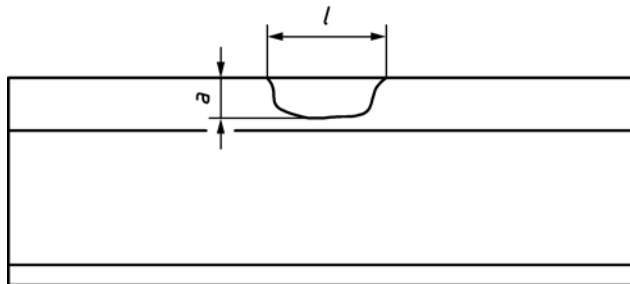
Bild 1 — Gebrochene Schiene



Legende

l horizontale Länge

Bild 2 — Beispiel einer gebrochenen Schiene mit einem Materialausbruch am Schienenende



Legende

a vertikale Tiefe

l horizontale Länge

c nicht gerissener Bereich

Bild 3 — Beispiel einer gebrochenen Schiene mit einem Materialausbruch

3.4

Schienenoberflächenfehler

Fehler, der seinen Ursprung an einer der Schienenoberflächen hat

3.5

Schienenkopf-Oberflächenfehler

Fehler, der seinen Ursprung an der Lauffläche der Schiene hat

**3.6
innerer Schienenfehler**
Fehler, der seinen Ursprung innerhalb der Schiene hat, sich aber so weit ausbreiten kann, dass er auch an der Schienenoberfläche sichtbar wird

**3.7
ZfP-Verfahren**
Verfahren, das ein physikalisches Prinzip für die zerstörungsfreie Prüfung anwendet

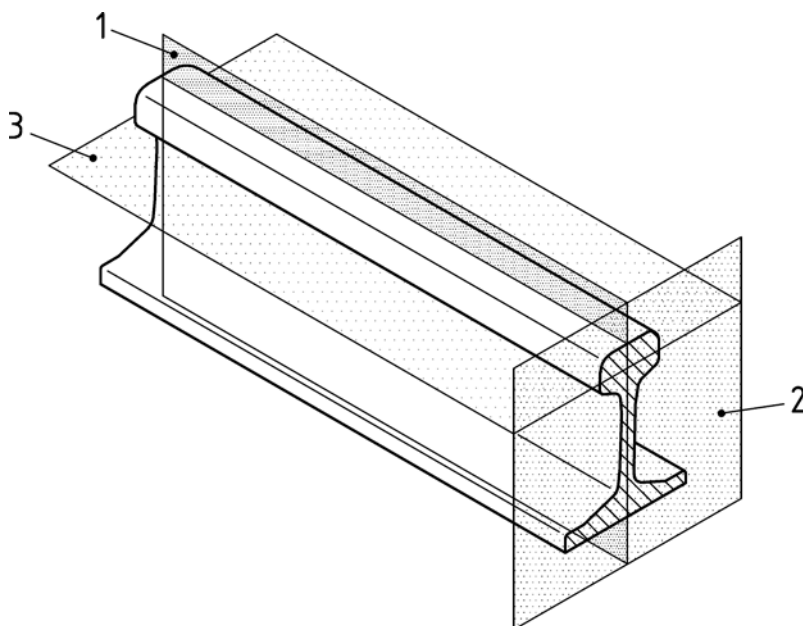
[QUELLE: EN 13938-5:2004-08, Definition 3.2]

BEISPIEL Ultraschallprüfung

**3.8
Rad/Schiene-Interaktion**
Effekt des Roll- und Gleitkontakts, sowie direkter Beanspruchungen durch die Fahrzeugräder, welcher zur Beschädigung der Schiene führen können

**3.9
umweltbedingte Beeinträchtigung**
durch externe Umweltfaktoren bewirkte Beschädigung der Schiene

**3.10
geometrische Ebenen der Schiene**
wie in Bild 4 definiert



Legende

- 1 vertikale Ebene
- 2 Querebene
- 3 horizontale Ebene

Bild 4 — Geometrische Ebenen der Schiene

4 Symbole und Abkürzungen

Siehe Tabelle 1 zu den in diesem Dokument verwendeten Abkürzungen.

Tabelle 1 — Abkürzungen

Abkürzung	Abgekürzter Begriff
AVT	Automatische Sichtprüfung (en: automatic visual testing)
ET	Wirbelstromprüfung (en: eddy current testing)
GWT	Prüfung mit geführten Wellen (en: guided wave testing)
lx	Lux, die SI-Einheit der Beleuchtungsstärke
MT	Magnetpulverprüfung (en: magnetic particle testing)
ZfP	Zerstörungsfreie Prüfung
PT	Eindringprüfung (en: penetrant testing)
RCF	Rollkontaktermüdung (en: rolling contact fatigue)
UT	Ultraschallprüfung (en: ultrasonic testing)
VT	Sichtprüfung (en: visual testing)

5 ZfP-Verfahren zur Ermittlung innerer Fehler und Schienenoberflächenfehler

5.1 Allgemeines

Es gibt kein universell anwendbares Prüfverfahren – alle haben ihre Vor- und Nachteile. Es wird daher empfohlen, die Prüfsysteme so zu wählen und miteinander zu kombinieren, dass sichergestellt ist, dass bestimmte Fehlertypen nicht unerkannt bleiben.

Jedes ZfP-Verfahren konzentriert sich auf einen bestimmten Bereich des Schienenquerschnitts und einen bestimmten Fehlertyp.

5.2 Konventionen

Querebene, vertikale Ebene und horizontale Ebene sind nach Bild 4 definiert.

5.3 Sichtprüfung – VT

5.3.1 Beschreibung

Die Sichtprüfung von Schienen ist eine direkte optische Untersuchung des Zustands eines Schienenabschnitts, insbesondere der Oberfläche des Schienenkopfes, um einen vorhandenen Fehler zu erkennen und diesen zu definieren und zu bewerten.

Die Sichtprüfung kann in zwei Kategorien unterteilt werden:

- allgemeine Sichtprüfung;
- detaillierte Sichtprüfung.

Die allgemeine Sichtprüfung (zum Beispiel beim Ablaufen des Gleises) wird verwendet, um vorhandene Fehler festzustellen. In diesem Fall muss die Schiene, falls nötig, mit einer Zusatzbeleuchtung, beleuchtet

werden, so dass mindestens 160 lx erreicht werden, und der Abstand zwischen der Betrachtungsposition und der Schienenoberfläche darf mehr als 600 mm betragen.

Die detaillierte Sichtprüfung wird verwendet, um Fehler zu definieren und zu bewerten (zum Beispiel die Begutachtung von RCF). In diesem Fall kann die Schiene, falls nötig mit einer Zusatzbeleuchtung, beleuchtet werden, so dass mindestens 500 lx erreicht werden, und der Abstand zwischen der Betrachtungsposition und der Schienenoberfläche darf nicht mehr als 600 mm betragen, während der Blickwinkel auf die Schienenoberfläche nicht kleiner als 30° sein darf.

Der Einsatz von Beleuchtung ist in Erwägung zu ziehen, um die Effektivität der Prüfung zu maximieren durch:

- die Verwendung der optimalen Lichtrichtung bezogen auf den Betrachtungspunkt;
- die Vermeidung von Blendwirkung;
- die Optimierung der Farbtemperatur der Lichtquelle;
- den Einsatz einer zur Oberflächenreflektivität kompatiblen Beleuchtungsstärke.

5.3.2 Prüfbereich

Mit einer Sichtprüfung können Kopf, Steg und die obere Oberfläche des Schienenfußes auf Oberflächenbruchfehler und Schäden untersucht werden.

5.3.3 Beispielanwendungen

Beispiele für Fehlstellen, die bei einer Sichtprüfung erkannt werden können, sind:

- horizontale/vertikale Risse;
- Korrosion;
- Squats;
- Schleuderstellen;
- Head Check;
- Abblätterung der Fahrkante;
- Riffel;
- fehlende oder beschädigte Bauteile, die zur Schiene gehören (Laschen, Isolierstöße, Schienenstühle, Klemmplatten usw.).

5.4 Automatische Sichtprüfung – AVT

5.4.1 Beschreibung

Die automatische Sichtprüfung wird zur Untersuchung der Schiene und zur automatischen Erkennung von Schienenoberflächenfehlern verwendet. Das Funktionsprinzip ist:

- ein spezielles, angemessen ausgelegtes Beleuchtungssystem beleuchtet die zu prüfende Schiene;
- eine Digitalkamera liefert entsprechende Bilder;

— ein Auswertungsgerät analysiert die Bilder zur Ermittlung von Schienenfehlern.

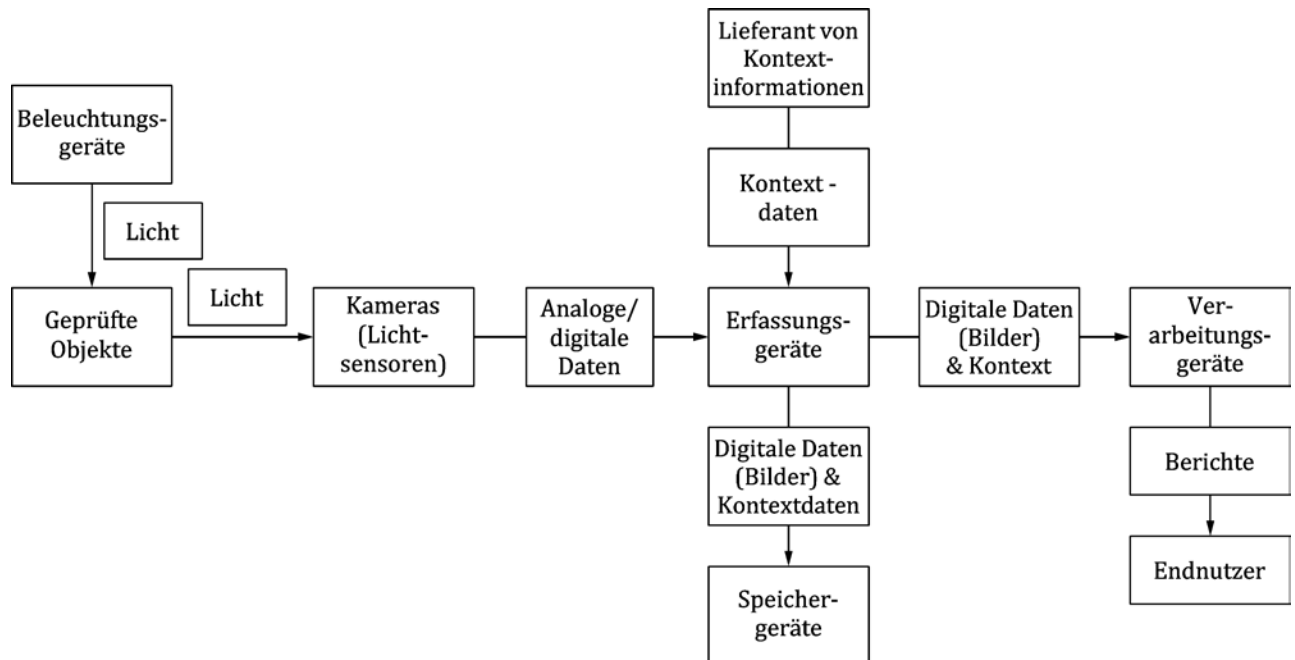


Bild 5 — Funktionsprinzip der automatischen Sichtprüfung

5.4.2 Prüfbereich

Fahrzeuggebundene Videosysteme zur Schieneninspektion und automatischen Fehlererkennung können den Kopf, den Steg und die obere Oberfläche des Schienenfußes auf Oberflächenbruchfehler und Schäden untersuchen.

Es ist möglich, dass der Bereich unter dem Kopf/Steg in Abhängigkeit vom verwendeten System aufgrund der Sichtlinie nicht geprüft wird.

5.4.3 Beispielanwendungen

Beispiele für Fehlstellen, die von automatischen Sichtprüfungssystemen erkannt werden können, sind:

- horizontale/vertikale Risse;
- Korrosion;
- Squats;
- Schleuderstellen;
- Head Check;
- Abblätterung der Fahrkante;
- Riffel;
- fehlende oder beschädigte Bauteile, die zur Schiene gehören (z. B. Laschen, Isolierstöße, Schienenstühle, Klemmplatten).

5.5 Ultraschallprüfung – UT

5.5.1 Beschreibung

Die Grundlagen sind in EN 16729-1:2016 beschrieben.

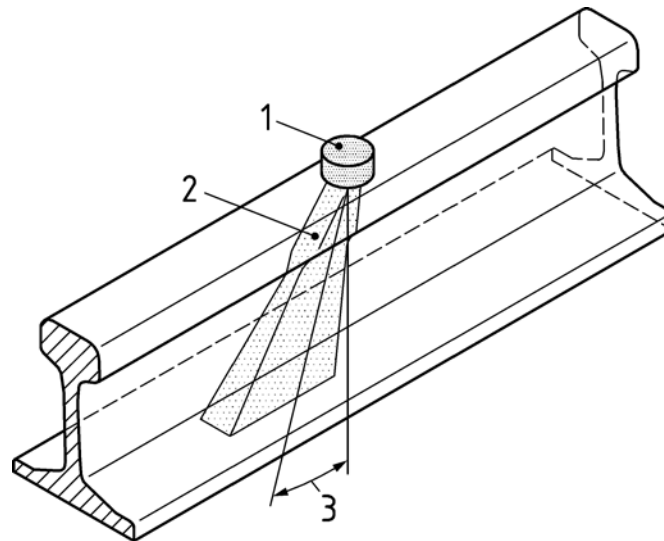
5.5.2 Prüfbereich

Die auf Eisenbahnschienen wirkende Beanspruchung ist so beschaffen, dass die meisten Risstypen und andere Fehlstellen durch Ultraschall erkannt werden können, der die Schiene in verschiedenen Winkeln zwischen 0° und 70° zur Senkrechten abtastet. Die allgemeinen Einschallrichtungen werden im Folgenden beschrieben:

- die erste allgemeine Richtung verläuft senkrecht nach unten durch die Schiene von der Lauffläche zur Grundfläche der Schiene. Dieses Verfahren wird für gewöhnlich als „Senkrechteinschallung“ bezeichnet;
- die zweite allgemeine Richtung liegt ungefähr in einem Winkel von 40° zur Querebene (in der Praxis zwischen 35° und 45°). Dieses Verfahren wird für gewöhnlich als „Laschenlochrissprüfung bezeichnet;
- die dritte allgemeine Richtung liegt in einem Winkel von 70° zur Querebene und ist für die Erkennung von Rissen optimiert, die 20° zur senkrechten orientiert sind. Dieses Verfahren wird für gewöhnlich als „Schrägeinschallung“ bezeichnet;
- die vierte allgemeine Richtung liegt in einem Winkel von 55° zur vertikalen Ebene und wird mit einem 55°-Winkelprüfkopf gemessen. Dieses Verfahren wird für gewöhnlich als „Längsriss“-Prüfung bezeichnet.

Andere Winkel und Schallkopfkfigurationen dürfen in Abhängigkeit von den Auftragsanforderungen verwendet werden (z. B. ein Senkrechtpprüfkopf an der Seite des Kopfs/Stegs).

Einige dieser Konfigurationen sind in EN 16729-1:2016, Anhang C dargestellt.



Legende

- 1 Prüfkopf
- 2 Ultraschall-Prüfvolumen
- 3 Prüfkopfwinkel

Bild 6 — Beispiel des Ultraschall-Prüfvolumens für einen Ultraschall-Winkelprüfkopf

5.5.3 Beispielanwendungen

Prüfungen können durchgeführt werden unter Verwendung von:

- manuellen Systemen mit einzelnen Handprüfköpfen;
- Rollwagen mit mehreren, in unterschiedlichen Ausrichtungen montierten Prüfköpfen, die für gewöhnlich von Hand geführt werden;
- in Fahrzeugen installierten Prüfsystemen mit mehreren, in unterschiedlichen Ausrichtungen montierten Prüfköpfen;

für die Erkennung und Bemessung von:

- Querfehlern im Schienenkopf und -steg;
- Laschenlochanrissen;
- horizontalen Längsrissen und vertikalen Rissen;
- Schienenhöhe (z. B. lokale Korrosion unter oder über dem Steg).

5.6 Wirbelstromprüfung – ET

5.6.1 Beschreibung

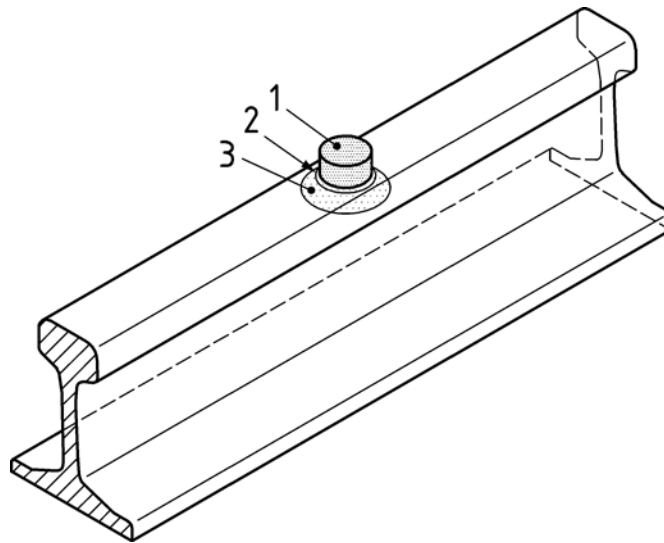
Die Wirbelstromprüfung basiert auf elektromagnetischer Induktion und wird als zerstörungsfreies Prüfverfahren zur Erkennung von Inhomogenitäten in metallischen Oberflächen verwendet.

Das Funktionsprinzip der Wirbelstromprüfung beruht auf einem mit Wechselstrom betriebenen Spulensystem. Die Spule erzeugt im Prüfobjekt ein magnetisches Wechselfeld, das nach dem Induktions-

prinzip Wirbelströme hervorruft. Diese Wirbelströme erzeugen ein entgegengesetztes, sekundäres Magnetfeld. Inhomogenität im Prüfobjekt verändern das sekundäre Magnetfeld und können vom Prüfsystem erkannt werden. Diese Änderungen des Wirbelstromsignals durch einen Oberflächenfehler basieren auf der Reduzierung der elektrischen Leitfähigkeit. Im Allgemeinen reagiert das Wirbelstromverfahren auf alle aufgrund von Werkstoffveränderungen hervorgerufenen Unregelmäßigkeiten in der Stahloberfläche

5.6.2 Prüfbereich

Es können nur Oberflächenfehler detektiert werden, die sich direkt unter dem Prüfsensor befinden. Die Auflösung und Empfindlichkeit der Prüfung hängen von den Spezifikationen und Eigenschaften des Prüfsensors ab.



Legende

- 1 Prüfsensor
- 2 lift off (Abstand zwischen Prüfsensor und Schienenoberfläche)
- 3 ET-Prüfbereich

Bild 7 — Beispiel des Prüfbereichs für einen ET-Prüfsensor

5.6.3 Beispielanwendungen

Beispiele für die Wirbelstromprüfung sind:

- Erkennung und Bewertung von RCF-Rissen (Head Check);
- Erkennung von Squats;
- Erkennung von Rissen an Querschnittsänderungen in Weichenzungenschienen.

5.6.4 Prüfsysteme

Prüfungen können durchgeführt werden unter Verwendung von:

- manuellen Systemen mit einzelnen Handprüfsensoren;
- Rollwagen mit mehreren Prüfsensoren, die für gewöhnlich von Hand geführt werden;
- in Fahrzeugen installierten Prüfsystemen mit mehreren Prüfsensoren;

für die Erkennung und zur Bewertung von:

- RCF-Rissen (Head Check);
- Rissen an Querschnittsänderungen in Weichenzungenschienen (nur Erkennung).

5.7 Magnetpulverprüfung – MT

5.7.1 Beschreibung

Die Magnetpulverprüfung ist eine visuelle Prüfmethode, bei der zu prüfende Werkstoffe entweder durch ein induziertes Magnetfeld oder elektrischen Strom magnetisiert werden. An den Fehlstellen kommt es zu Bereichen mit starkem Streufluss. Das Bauteil wird mit Eisenpartikeln benetzt (für gewöhnlich in Form von ferromagnetischer Suspension). Diese Eisenpartikel konzentrieren sich an den Stellen des Streuflusses (Fehler) und erzeugen so eine sichtbare Anzeige.

Die Eisenpartikel können entweder als trockenes Pulver oder in einer Flüssigkeit gelöst vorliegen und sichtbar oder fluoreszierend sein. In Abhängigkeit von der verwendeten Magnetpulver-Suspension wird eine (nicht fluoreszierende) Kontrastfarbe aufgetragen, die als Hintergrund für die sichtbare schwarze Magnetpulver-Suspension dient.

5.7.2 Prüfbereich

Beispielanwendungen für die Magnetpulverprüfung sind:

- Prüfung der Schiene nach der Entfernung von beschädigtem Material vor der Schweißreparatur;
- Prüfung von Weichenzungen nach dem Abschleifen;
- Folgeprüfung von mittels UT-Prüfung erkannten Fehlern.

5.8 Eindringprüfung – PT

5.8.1 Beschreibung

Die Flüssigkeits- (oder Farb-) Eindringprüfung ist eine visuelle Prüfmethode zur Erkennung von Oberflächenfehlern wie Rissen, Überwalzungen und Falten an nicht porösen Werkstoffen.

Die Flüssigkeits- (oder Farb-) Eindringprüfung ist eine Sichtprüfung, die eine gründliche Reinigung der zu prüfenden Oberfläche erfordert. Anschließend wird ein farbiger oder fluoreszierender Farbstoff großzügig auf die Bauteiloberfläche aufgetragen, damit er in Oberflächenrisse oder -hohlräume eindringt. Nach einer vorgegebenen Einwirkzeit wird das überschüssige flüssige Eindringmittel von der Oberfläche entfernt und ein Entwickler aufgetragen. Bei dem Entwickler handelt es sich üblicherweise um ein trockenes, weißes Pulver, das durch umgekehrte Kapillarkwirkung das Eindringmittel aus den Rissen zieht und damit Anzeigen auf der Oberfläche erzeugt. Diese (farbigen) Indikationen sind breiter als die tatsächliche Fehlstelle und daher leichter zu erkennen.

5.8.2 Prüfbereich

Mit der PT können Oberflächenfehler in nicht porösen Werkstoffen ermittelt werden.

5.8.3 Beispielanwendungen

Beispielanwendungen für die Eindringprüfung sind:

- Prüfung der Schiene nach der Entfernung von beschädigtem Material vor der Schweißreparatur;

- Prüfung auf Fehler nach der Schweißreparatur und dem Abschleifen des Schienenkopfes;
- Prüfung auf Risse in Weichenzungenschienen;
- Prüfung auf Risse in Manganstahl-Bauteilen;
- Prüfung von trimetallischen Schweißungen.

5.9 Prüfung mit geführten Wellen – GWT (engl. Guided Wave Testing)

5.9.1 Beschreibung

Die Prüfung mit geführten Wellen ist ein niederfrequentes Puls-Echo-Prüfverfahren, das an der Schiene entlang wandernde Wellen nutzt, die empfindlich auf eine Reihe von Querfehlern in der Schiene reagieren.

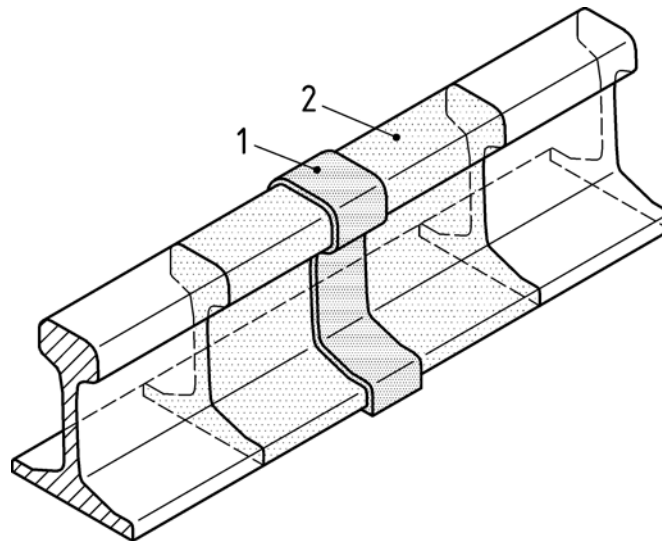
Das Funktionsprinzip beruht auf einer statischen Anordnung von vorübergehend mit der Schienenoberfläche luftgekoppelten, piezoelektrischen Signalgebern. Geführte Wellen, die von der Signalgebergruppe aus in beide Richtungen bis zu 30 m die Schiene entlang geleitet werden, werden in einer Puls-Echo-Konfiguration gesendet und empfangen. Dadurch können innerhalb des Diagnosebereichs der Prüfung liegende Fehler erkannt, lokalisiert und priorisiert werden.

5.9.2 Prüfbereich

Die Prüfung mit geführten Wellen (GWT) (siehe Bild 8) unterscheidet sich von der herkömmlichen Ultraschallprüfung (UT) (siehe Bild 6) in erster Linie im Hinblick auf den zu prüfenden Schienenabschnitt.

Die Moden der verwendeten geführten Wellen sind empfindlich gegenüber Fehlern an jeder Position innerhalb des Schienenquerschnitts, einschließlich der Bereiche des Schienenfußes und der Schienenfußspitze.

Die Moden der geführten Wellen wandern die Schiene entlang, daher eignet sich dieses Verfahren für eine Fernprüfung von Schienenabschnitten. Besonders vorteilhaft ist das in Bereichen mit geringfügigen Unregelmäßigkeiten des Schienenkopfs (wie z. B. Schlupfwellen) oder wenn die Schiene teilweise unzugänglich ist.



Legende

- 1 Gruppe von Prüfköpfen
- 2 GWT-Prüfvolumen

Bild 8 — Ultraschallprüfung mit geführten Wellen

5.9.3 Beispielanwendungen

Eine besonders geeignete Anwendung der GWT ist die Detektion von Korrosion an den Schienenfüßen und Schienenfußspitzen. Diese Art von Fehler tritt am häufigsten an Bahnübergängen auf und dort sind die Schienen unzugänglich für eine Sichtprüfung.

Mithilfe der GWT kann die Schiene im Bahnübergang in den meisten Fällen ohne Unterbrechung des Straßen- oder Schienenverkehrs und ohne Entfernung der Fahrbahn geprüft werden.

6 Erkennung von inneren Fehlern und Schienenoberflächenfehlern mithilfe der ZfP

6.1 Allgemeines

Die in Abschnitt 5 beschriebenen ZfP-Verfahren ermöglichen die Detektion von Fehlern in Schienen, jedoch hat jedes Verfahren seine Stärken und Schwächen.

Alle Schienenfehler können mit einem geeigneten ZfP-Verfahren erkannt und bewertet werden. Das verwendete ZfP-Verfahren wird in Abhängigkeit von Typ, Größe und Lage des zu identifizierenden Fehlers ausgewählt. Bei der Konstruktion des Systems werden die Zugangsbedingungen und die Prüfungsgeschwindigkeiten berücksichtigt, um die Anforderungen des Betreibers zu erfüllen.

In den folgenden Abschnitten werden die Eignung und Leistungsfähigkeit jedes ZfP-Verfahrens für die Erkennung und Bewertung jedes Fehlertyps zusammengefasst.

Tabelle 2 ordnet Fehlern anhand der Lage in der Schiene und im Profil sowie weiteren Eigenschaften Codenummern zu.

Tabelle 3 ordnet Fehlern anhand der Lage in der Schiene, Schweißverfahren und weiteren Eigenschaften Codenummern zu.

In Tabelle 4 sind die Codenummern und ihre Bedeutung in dieser Norm aufgeführt.

Tabelle 2 — Codenummern

1. Ziffer Lage in der Schiene	2. Ziffer Lage im Profil	3. Ziffer Muster, Art	4. Ziffer
1. Schienenenden 2. Bereich, der entfernt von den Schienenenden liegt	0. Ganzer Querschnitt 1. Schienenkopf 3. Schienensteg 5. Schienenfuß	1. Quer 2. Horizontal 3. Senkrechter Längsriss 4. Korrosion 5. Durch eine Bohrung durchgehend 6. Nicht durch eine Bohrung durchgehend 9. Überwalzung	Weitere Eigen- schaften und Unterscheidungs- merkmale
	2. Schienenkopfoberfläche	0. Verschleiß 1. Oberflächenfehler 2. Abblätterung 3. Verquetschung 4. Örtliche Einsenkung 5. Schleuderstellen 7. Risse und lokale Einsenkung der Fahrfläche 8. Sonstige Fehler	

Tabelle 3 — Codenummern

1. Ziffer Lage in der Schiene	2. Ziffer Schweißverfahren	3. Ziffer Richtung, Art	4. Ziffer
4. Fehler bei Schweißungen und Auftragsschweißungen	1. Elektrisches Abbrennstumpfschweißen 2. Aluminothermisches Schweißen 3. Elektrisches Lichtbogenschweißen 4. Gasschmelzschweißen (autogen) 5. Gaspressschweißen 6. Induktionsschweißen 7. Auftragsschweißen 8. Sonstige Schweißverfahren	1. Quer 2. Horizontal oder Abblätterung 5. Schleuderstellen 7. Risse und lokale Absenkung der Lauffläche	Weitere Eigen- schaften und Unterscheidungs- merkmale

Tabelle 4 — Klassifizierung und Codierung von Schienenfehlern

Nummer	Bedeutung
1	Fehler an Schienenenden
11/12	Schienenkopf
111	Fortschreitender Querriss (nierenförmiger Ermüdungsriss)
112	Horizontaler Riss
113	Senkrechter Längsriss
121	Oberflächenfehler
122	Abblätterung der Lauffläche
123	Verquetschung
124	Örtliche Einsenkung der Lauffläche
125	Schleuderstellen
127	Squat
13	Schienensteg
132	Horizontaler Riss
1 321	Am Steg-Kopf-Übergangsradius
1 322	Am Steg-Fuß-Übergangsradius
15	Schienenfuß
154	Korrosion
2	Fehler, der entfernt von den Schienenenden liegt

Nummer	Bedeutung
21/22	Schienenkopf
211	Fortschreitender Querriss (nierenförmiger Ermüdungsriß)
2121	Nur horizontaler Riss
213	Senkrechter Längsriß
221	Oberflächenfehler
222	Abblätterung
2 222	Abblätterung der Fahrkante
2 223	Head Check
223	Verquetschung
224	Örtliche Einsenkung der Laufläche
225	Schleuderstellen
2 251	Vereinzelte Schleuderstellen
2 252	Mehrere Schleuderstellen
227	Squats/Risse und örtliche Absenkung der Laufläche
2 271	Belgrospi
228	Örtliche Einsenkung der Laufläche durch Tropfwasser in Tunneln
23	Schienensteg
234	Korrosion
25	Reißen des Schienenfußes
254	Korrosion
3	Fehler verursacht durch Beschädigungen der Schiene
30	Ganzer Querschnitt
301	Verletzungen
302	Mangelhafte Bearbeitung
303	Bleibende Verformung der Schiene
4	Fehler bei Schweißungen und Auftragsschweißungen
41	Elektrisches Abbrennstumpfschweißen
411	Profilquerriss
412	Horizontaler Stegriss
417	Squat
42	Aluminothermisches Schweißen
421	Profilquerriss
422	Horizontaler Stegriss
427	Squat
43	Elektrisches Lichtbogenschweißen

Nummer	Bedeutung
431	Profilquerriss
432	Horizontaler Stegriss
437	Squat
47	Auftragsschweißen
472	Ablösen oder Abblättern des auftragsgeschweißten Abschnitts